

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-037098
(43)Date of publication of application : 06.02.2002

(51)Int.Cl. B82D 5/04
H02P 7/29

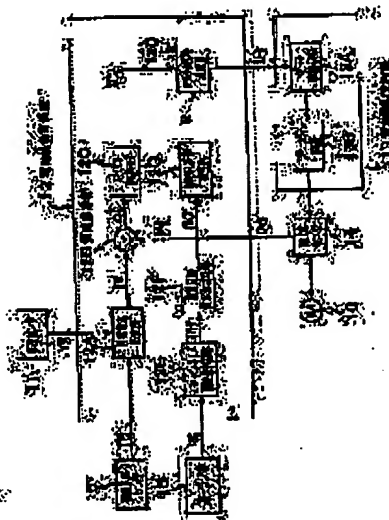
(21)Application number : 2000-220996 (71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD
(22)Date of filing : 21.07.2000 (72)Inventor : NORO EKI

(54) ELECTRIC POWER STEERING

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electric power steering capable of preventing the generation of noises in a car radio caused by the high frequency components of PWM driving frequency of a motor.

SOLUTION: A motor control device 12 for converging the deviation between a target current value and a detected current value to feedback-control the motor 10 for applying steering assist torque has a channel frequency discriminating part 12E of AM broadcast selected and received by a car radio 15; a changed target frequency setting part 12F for setting the changed target value of driving frequency so that high frequency components are separated from the channel frequency; and a driving frequency changing part 12G for gradually changing the driving frequency of a PWM control signal toward the changed target frequency in a slower cycle than the loop speed of feedback control for updating the deviation between the target current value and detected current value of the motor.



2008 09/28 THU 19:38 FAX 03 3588 8558 Shimoda & Tamiya

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出版公開番号
特開2002-37098
(P2002-37098A)

(48)公開日 平成14年2月6日(2002.2.6)

(5) Lm Cl' 藏文記号
B62D 6/04
H02P 7/29

FI
B62D 5/04
H02P 7/29

5-73-1*(9-5)
SD033
BH571

審査請求 未請求 請求項の数 2 OL (全 10 頁)

(2) 出版序号 特原2000-220996(P2000-220996)

②2出願日 平成12年7月21日(2000.7.21)

(71) 出願人 000005328
本田技研工業株式会社
東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 野口 栄樹
埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社
本田技研研究所内

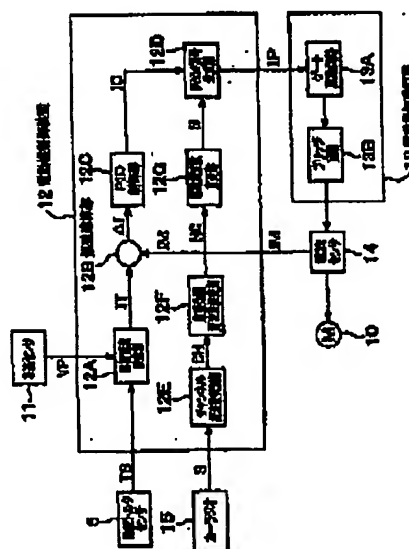
(74) 代理人 100064114
井上士・渡野 道造
Fターム(参考) 30033 CA11 CA13 CA16 CA20 CA21
58571 AA99 EB05 ODD4 EB02 GG04
RA09 HB01 HD02 JJ23 JJ24
U22

(54) 【発明の名義】 電動パワーステアリング装置

〔57〕【要約】

【取組】 電動機のPWM駆動用波数の高周波成分によりカーラジオにノイズが発生するのを防止することが出来る電動パワーステアリング装置を提供する。

【解決手段】 操船補助トルクを付加する電動機（１０）をフィードバック制御するために目標電流値と検出電流値との偏差を収束させる電動機制御装置（１２）は、カーラジオ（１５）が選周受信したＡＭ放送のチャンネル周波数制御部（１２Ｅ）と、チャンネル周波数から前記高周波成分が離れるように駆動周波数の変更目標値を設定する変更目標周波数設定部（１２Ｆ）と、変更目標周波数に向けてＰＷＭ制御信号の駆動周波数を電動機の目標周波数と検出電流値との偏差を更新するフィードバック制御のループ演算より短い周期で徐々に変更する駆動周波数変更部（１２Ｇ）とを有する。



(2)

特開2002-37098

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 車両のステアリング系に操舵補助トルクを付加する電動機と、少なくとも前記電動機に流す電流をフィードバック制御するために前記電動機に目標電流値と検出電流値との偏差を求め、この偏差を収束させるPID動作信号に応じたPWM制御信号を出力する電動機制御装置と、この電動機制御装置から出力されるPWM制御信号に応じて前記電動機をPWM駆動する電動機駆動回路とを備えた電動パワーステアリング装置において、前記電動機制御装置は、カーラジオが選局受信したAM放送のチャンネル周波数をカーラジオからの入力信号に基づいて判別するチャンネル周波数判別部と、このチャンネル周波数判別部が判別したチャンネル周波数から前記PWM制御信号の駆動周波数の高周波成分が漏れるように前記駆動周波数の変更目標値を設定する変更目標周波数設定部と、この変更目標周波数設定部が設定した変更目標周波数に向けて前記PWM制御信号の駆動周波数を変更させる駆動周波数変更部とを有し、この駆動周波数変更部は、前記電動機の目標電流値と検出電流値との偏差を更新するフィードバック制御のループ速度より遅い周波で徐々に前記駆動周波数を変更させるように構成したことを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項2】 前記電動機制御装置が有するCPUの発振周波数の分周数により前記PWM制御信号の駆動周波数を表現し、前記分周数に対応した分周値によりPWM制御信号のデューティオン時間を表現した場合、前記電動機制御装置は、PWM制御信号のデューティオン時間が前記駆動周波数変更部により変更可能な分周数の下限値に対応した分周値で表現される時間を越えるとき、前記駆動周波数変更部により徐々に変更される各分周値に対応した分周値に合わせてデューティオン時間を逐次変更することを特徴とする請求項1に記載の電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、車両のステアリング系に補助トルクを付加する電動パワーステアリング装置に関し、詳しくは、前記電動機のPWM駆動に際して放射される高周波成分がカーラジオに選局受信されたAM放送に混入してノイズを発生するのを防止することができる電動パワーステアリング装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 車両のステアリング装置として、ステアリングホイールの操舵時に電動機による操舵補助トルクをステアリング系に付加して運転者の操舵力を軽減する、いわゆる電動パワーステアリング装置が近年普及している。この種の電動パワーステアリング装置は、少なくともステアリング系の操舵トルクの増大に伴い増大す

る基本特性の操舵補助トルクを電動機に発生させるための制御系を備えている。例えば、少なくとも操舵トルクセンサの検出信号に応じて電動機に流す目標電流値を設定し、この電動機の目標電流値と電流センサにより検出される電動機の検出電流値との偏差を求め、この偏差を収束させるPID (Proportional Integral Differential) 動作信号に応じたPWM (Pulse Width Modulation) 制御信号を出力してフィードバック制御を行う電動機制御装置と、この電動機制御装置から出力されるPWM制御信号に応じてパワーFET (Field Effect Transistor) のブリッジ回路をスイッチングすることにより前記電動機をPWM駆動する電動機駆動回路とを備えている。

【0003】 ここで、前記PWM制御信号の駆動周波数は、パワーFETのスイッチングロスが少なく、また、耳障りな騒音が発生しない範囲として、一般に、10～20kHz程度の基本周波数に設定されている。しかしながら、このPWM制御信号の駆動周波数には、基本周波数のN次 (N倍) の高周波成分が多含まれているため、パワーFETのブリッジ回路をスイッチングして電動機をPWM駆動する際には、多数の高周波成分が高エネルギーで放射される。そして、放射されたN次の高周波成分の周波数がカーラジオで選局受信されたAM放送のチャンネル周波数に近い場合 (例えば±6kHz以内の場合) には、選局受信されたAM放送にN次の高周波成分が混入し、その高周波成分とAM放送のチャンネル周波数との偏差に応じたノイズが発生する。

【0004】 そこで、本件出願人は、カーラジオが選局受信したAM放送のチャンネル周波数に応じてPWM制御信号の駆動周波数を自動的に変更することにより、電動機のPWM駆動に際して放射されるN次の高周波成分が前記AM放送に混入してノイズを発生するのを防止できる電動パワーステアリング装置を既に提案している (特開平10-327597号公報参照)。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、前記公報に記載された電動パワーステアリング装置においては、電動機のPWM駆動に際して放射されるN次の高周波成分がカーラジオに選局受信されたAM放送のチャンネル周波数から遠く離れた周波数となるように、PWM制御信号の駆動周波数を瞬時に変更している。しかしながら、PWM制御信号のデューティオン時間は瞬時に変化しないので、駆動周波数のみを変更するとデューティ比が変化してしまう。このため、前記のようにPWM制御信号の駆動周波数のみを瞬時に変更した場合、PWM制御信号のデューティ比が急激に変化して電動機による操舵補助トルクが一時的に急変する。

【0006】 もっとも、瞬時に変更されたPWM制御信号の駆動周波数に対してPWM制御信号のデューティオン時間を再設定すれば、デューティ比の急変を防止し

(3)

特開2002-37098

3

て電動機による操舵補助トルクの急変を回避することができ、しかしながら、同時に変更された駆動周波数に対応してデューティ比を再設定するには、前記PID動作信号を生成するためのP値、I値、D値などを同時に換算し直すという多大な演算負荷がかかるため、電動機の制御を一旦停止する必要がある。従って、この場合にも電動機による操舵補助トルクが一旦消失するのであり、ステアリングホイールの操舵操作に違和感が生じるという問題が残る。

【0007】そこで、本発明は、ステアリングホイールの操舵操作に違和感が生じることなく、電動機のPWM駆動に際して放射される駆動周波数の高周波成分がカーラジオに選局受信されたAM放送に混入してノイズを発生するのを防止することができる電動パワーステアリング装置を提供することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記の課題を解決するため、本発明は、車両のステアリング系に操舵補助トルクを付加する電動機と、少なくとも前記ステアリング系の操舵トルクに応じて前記電動機に流す電流をフィードバック制御するために前記電動機の目標電流値と検出電流値との偏差を求め、この偏差を収束させるPID動作信号に応じたPWM制御信号を出力する電動機制御装置と、この電動機制御装置から出力されるPWM制御信号に応じて前記電動機をPWM駆動する電動機駆動回路とを備えた電動パワーステアリング装置において、前記電動機制御装置は、カーラジオが選局受信したAM放送のチャンネル周波数をカーラジオからの入力信号に基づいて判別するチャンネル周波数判別部と、このチャンネル周波数判別部が判別したチャンネル周波数から前記PWM制御信号の駆動周波数の高周波成分が離れるように前記駆動周波数の変更目標値を設定する変更目標周波数設定部と、この変更目標周波数設定部が設定した変更目標周波数に向けて前記PWM制御信号の駆動周波数を変更させる駆動周波数変更部とを有し、この駆動周波数変更部は、前記電動機の目標電流値と検出電流値との偏差を更新するフィードバック制御のループ速度より遅い周期で徐々に前記駆動周波数を変更させるように構成したことを手段としている。

【0009】本発明の電動パワーステアリング装置では、カーラジオがAM放送を選局受信すると、電動機制御装置のチャンネル周波数判別部が前記カーラジオからの入力信号に基づいて前記AM放送のチャンネル周波数を判別する。続いて、変更目標周波数設定部が前記チャンネル周波数判別部により判別されたチャンネル周波数からPWM制御信号の駆動周波数の高周波成分が離れるように、PWM制御信号の駆動周波数の変更目標値を設定する。そして、駆動周波数変更部が前記変更目標周波数設定部により設定された変更目標周波数に向けて、PWM制御信号の駆動周波数を変更させる。その際、駆動周

4

波数変更部は、電動機の目標電流値と検出電流値との偏差を更新するフィードバック制御のループ速度より遅い周期で徐々にPWM制御信号の駆動周波数を変更させる。

【0010】すなわち、本発明の電動パワーステアリング装置では、カーラジオがAM放送を選局受信すると、そのAM放送のチャンネル周波数からPWM制御信号の駆動周波数の高周波成分が離れるように、PWM制御信号の駆動周波数を変更される。その際、PWM制御信号の駆動周波数が前記電動機のフィードバック制御のループ速度より遅い周期で徐々に変更されるため、PWM制御信号のデューティ比は、その駆動周波数を変更される領域、フィードバック制御によって急変することなく制御値に収束する。

【0011】本発明の電動パワーステアリング装置において、前記電動機制御装置が有するCPUの発振周波数の分周数により前記PWM制御信号の駆動周波数を表現し、前記分周数に対応した分周値によりPWM制御信号のデューティオン時間を表現した場合、PWM制御信号のデューティオン時間が前記駆動周波数変更部により変更可能な分周数の下限値に対応した分周値で表現される時間を越えるとき、前記駆動周波数変更部により徐々に変更される各分周値に対応した分周値を合せてデューティオン時間を逐次変更するように前記電動機制御装置が構成されていると、PWM制御信号のデューティ比が100%に近い場合には、PWM制御信号の駆動周波数を変更される間、そのデューティ比は自動的に100%に収束される。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明に係る電動パワーステアリング装置の実施の形態を説明する。参照する図面において、図1は一実施形態の電動パワーステアリング装置が適用されたステアリング系の構成図、図2は一実施形態の電動パワーステアリング装置のブロック構成図である。

【0013】一実施形態の電動パワーステアリング装置を説明するに当たり、まず、この電動パワーステアリング装置が適用されたステアリング系の構造を図1により説明する。このステアリング系は、いわゆるラック・ピニオン式のステアリング系であり、ステアリングホイール1に一体に連結されたステアリングシャフト2の下端部は、連結軸3を介して相互に連結された一対のユニバーサルジョイント4、4を介して操舵トルクセンサ5の入力軸5Aに連結されている。そして、この操舵トルクセンサ5の出力軸には、ラック・ピニオン機構8のピニオン8Aが一体に形成されている。

【0014】前記ラック・ピニオン機構8は、ピニオン8Aに噛み合うラック歯8Bが形成されたラック軸8Cを備え、このラック軸8Cの両端部には、車両の左右の前輪7、7に付設されたナックルアーム（図示省略）が

(4)

特開2002-37098

5

タイロッド8、8を介してそれぞれ連結されている。そして、前記ラック軸8Cには、これと同軸にボールネジ機構9のボールネジ部9Aが形成されている。このボールネジ部9Aに噛み合うボールナット9Bは、電動機10のロータ10Aに固定されており、この電動機10は、前記ラック軸8Cが回転する状態でその周囲に配置されている。

【0015】ここで、図1および図2に示すように、一実施形態の電動パワーステアリング装置は、少なくとも前記操舵トルクセンサ5および後述する車速センサ11からの検出信号に基づいて前記電動機10に流す電流をフィードバック制御するために電動機10の目標電流値と検出電流値との偏差を求め、この偏差を収束させるPID動作信号に応じたPWM制御信号を出力する電動機制御装置12と、この電動機制御装置12から出力されるPWM制御信号に応じて前記電動機10をPWM駆動する電動機駆動回路13と、前記電動機10に流れる電流値を検出してその検出信号を前記制御装置12に出力する電流センサ14とを備えている。

【0016】まず、前記各センサ類について説明すると、前記操舵トルクセンサ5は、入力軸5Aと出力軸とあるビニオン8Aとの間の振れ角に応じた操舵トルク方向および大きさを検出し、その検出信号である操舵トルク信号TSを電動機制御装置12に出力する。また、前記車速センサ11は、図示しない変速機出力軸の回転数に応じた車速信号VPをデジタル信号として電動機制御装置12に出力する。さらに、前記電流センサ14は、直流モータからなる前記電動機10に直列に接続された電流またはホール素子を備えており、電動機10に流れる電流の方向および大きさに応じたモータ電流信号IMを電動機制御装置12に出力する。

【0017】つぎに、前記電動機制御装置12および電動機駆動回路13について順次説明する。まず、電動機制御装置12は、前記操舵トルクセンサ5、車速センサ11、電流センサ14等との間の入出力インターフェースI/O、および、これらのセンサ類から入力されるアナログ信号をデジタル信号に変換するA/Dコンバータの他、各種のデータやプログラムを記憶しているROM(Read Only Memory)、各種のデータ等を一時記憶するRAM(Random Access Memory)、各種の演算処理を行うCPU(Central Processing Unit)等をハードウェアとして備えている。

【0018】また、前記電動機制御装置12は、電動機10に流れる電流をフィードバック制御するためのPWM制御信号を出力する基本的なソフトウェア構成として、図2に示すように、目標電流設定部12A、偏差演算部12B、PID(Proportional Integral Differential)制御部12CおよびPWM(Pulse Width Modulation)信号生成部12Dを備えている。

【0019】前記電動機制御装置12の目標電流設定部

6

12Aには、前記操舵トルクセンサ5から出力される操舵トルク信号TSがデジタル信号に変換されて入力されると共に、前記車速センサ11から出力される車速信号VPが入力される。この目標電流設定部12Aは、ステアリング系の操舵トルクの増大に伴う増大し、かつ、車速の増大に伴う減少する基本特性の操舵補助トルクを電動機10に発生させるための目標電流信号ITを、前記操舵トルク信号TSおよび車速信号VPをアドレスとするデータエリアから検索し、検索した目標電流信号ITを偏差演算部12Bに即時に出力する。

【0020】偏差演算部12Bには、目標電流設定部12Aからの目標電流信号ITが入力されると共に、前記電流センサ14から出力される電動機10の検出電流値に相当するモータ電流信号IMがデジタル信号に変換されて入力される。この偏差演算部12Bは、目標電流信号ITとモータ電流信号IMとの偏差を演算し、その偏差信号ΔIをPID制御部12Cに出力する。この偏差信号ΔIは、例えば、0.5ms毎に更新して出力され、これが前記電動機10のフィードバック制御のループ速度となる。

【0021】PID制御部12Cは、図3に示すように、前記偏差信号ΔIに対し、ΔIに係数K_Pを乗算してP値を出力するP値演算部12C1と、ΔIの積分値に係数K_Iを乗算してI値を出力するI値演算部12C2と、ΔIの微分値に係数K_Dを乗算してD値を出力するD値演算部12C3と、I値の上限値を設定するリミッタ12C4と、P値、I値、D値を加算する加算部12C5とを備えている。そして、この加算部12C5は、偏差信号ΔIの偏差を迅速にゼロに収束させるためのP値、I値、D値の加算値であるPID動作信号ICをPWM信号生成部12Dに出力する。

【0022】PWM信号生成部12Dは、前記PID動作信号ICに基づいて電動機10に流す電流をフィードバック制御するためのパルス幅変調によるPWM制御信号IPを生成し、これを電動機駆動回路13に出力する。このPWM信号生成部12Dは、電動機制御装置12に装備されたCPUの発振周波数の所定の分周数に相当する同期分を1周期としてPWM制御信号IPを出力する。すなわち、CPUの発振周波数を所定の分周数で分周した周波数でPWM制御信号IPを出力する。例えば、CPUの発振周波数を18MHzとした場合、この発振周波数18MHzを基本の分周数900で分周した、すなわち発振周波数18MHzの900周期分を1周期とした20KHzの取込周波数でPWM制御信号IPを出力する。

【0023】前記PWM信号生成部12Dは、通常、基本の分周数900に対応した20KHzの駆動周波数でPWM制御信号IPを出力するように構成されているが、駆動周波数が変更され、指定された分周数が入力されると、その分周数に対応した駆動周波数でPWM制御

(5)

特開2002-37098

7

信号IPを出力できるように構成されている。

【0024】一方、前記電動機駆動回路13は、ゲート駆動回路13Aおよびブリッジ回路13Bにより構成されている。ゲート駆動回路13Aは、電動機制御装置12のPWM信号生成部12Dから入力したPWM制御信号IPに基づいてブリッジ回路13Bをスイッチング駆動する。また、ブリッジ回路13Bは、図4に示すように、直流12Vの電源（車載バッテリーおよび発電機）と電動機10との間にブリッジ回路を構成する4個のパワーFET（電界効果トランジスタ）T1、T2、T3、T4を備えている。

【0025】前記ゲート駆動回路13Aは、PID動作信号ICの特性に応じてパワーFET（T1、T2）のゲートG1、G2の何れか一方に駆動信号を出力し、他方にはオフ信号を出力する。その際、パワーFET（T3、T4）のゲートG3、G4の何れか一方にオン信号を出力し、他方にオフ信号を出力する。例えば、パワーFET（T1）のゲートG1に駆動信号を出力する場合、パワーFET（T4）のゲートG4にオン信号を出力し、他のパワーFET（T2、T3）のゲートG2、G3にはオフ信号を出力する。

【0026】このように、前記PWM制御信号IPに基づきゲート駆動回路13Aを介してパワーFET（T1、T2、T3、T4）のブリッジ回路13Bをスイッチングすることによりデューティオン時間が制御され、前記電動機10のモータ電流IMが所定のデューティ比で制御される。図5はこの場合のモータ電流IMとデューティ比との関係を示しており、デューティ比の0%付近および100%付近には、モータ電流IMが変化しない不感帯が見られる。これは、前記パワーFET（T1、T2、T3、T4）の特性による。

【0027】ここで、前記PWM制御信号IPに基づきゲート駆動回路13Aを介してパワーFET（T1、T2、T3、T4）のブリッジ回路13Bをスイッチングする際には、PWM制御信号IPの駆動周波数のN次の高周波成分が高エネルギーで放射される。そこで、この高エネルギーで放射されるN次の高周波成分がカーラジオに選局受信されたAM放送に侵入してノイズを発生するのを防止するため、前記電動機制御装置12には、図2に示すように、チャンネル周波数判別部12E、変更目標周波数設定部12Fおよび駆動周波数変更部12Gが設けられている。以下、これらについて順次説明する。

【0028】チャンネル周波数判別部12Eは、カーラジオ15が選局受信したAM放送のチャンネル周波数をカーラジオ15から入力する選局信号Sなどの適宜の入力信号に基づいて判別する。そして、判別したAM放送のチャンネル周波数をチャンネル周波数信号CHとして変更目標周波数設定部12Fに出力する。

【0029】変更目標周波数設定部12Fは、カーラジオ15が選局受信したAM放送のチャンネル周波数から

8

前記PWM制御信号IPの駆動周波数のN次の高周波成分が少なくとも8KHz以上離れた周波数となるように、PWM制御信号IPの駆動周波数の変更目標値を前記チャンネル周波数判別部12Eから入力したチャンネル周波数信号CHに基づいて設定する。この変更目標値は、前述したCPUの発振周波数18MHzの分周数、例えば、885、890、895、905、910、915の分周数Nから何れか一つを選択して設定する。この場合、変更目標周波数設定部12Fは、前記チャンネル周波数信号CHをアドレスとするデータエリアから885、890、895、905、910、915の何れか一つの分周数Nを検索し、検索した分周数Nを変更目標分周数NCとして駆動周波数変更部12Gに出力する。

【0030】なお、前記チャンネル周波数信号CHと分周数Nとの対応関係CH:Nの一例を示せば、以下のとおりである。594KHz:895、893KHz:895、954KHz:915、1134KHz:905、1242KHz:890。

【0031】駆動周波数変更部12Gは、前記変更目標周波数設定部12Fから入力した変更目標分周数NCに基づき、前記電動機制御装置12のPWM信号生成部12Dで設定されているPWM制御信号IPの駆動周波数を変更目標周波数に向けて徐々に変更させる。例えば、駆動周波数20KHzに対処するCPUの分周数900から変更目標分周数NCに向けて1ずつ増加または減少する分周数NをPWM信号生成部12Dに順次出力する。この場合の分周数Nの出力は、前記周波数演算部12Bによる偏差信号ΔIの出力周期、すなわち前記電動機10のフィードバック制御のループ速度より格段に速い、例えば10ms毎に行われる。

【0032】ここで、前記CPUの発振周波数の分周数Nにより前記PWM制御信号IPを表現すると、PWM制御信号IPは分解能Nを有する信号であるため、PWM制御信号IPのデューティオン時間は、前記分周数Nに対応した分解能Nの値に基づく数値で表現でき、デューティ比は分解能Nの値に対するデューティオン時間の数値の割合で表現できる。たとえば、CPUの発振周波数の分周数Nが900、すなわちPWM制御信号IPの分解能が900である場合、デューティオン時間が分解能と同値の900であればデューティ比が100%となり、デューティオン時間が810であればデューティ比は90%となる。

【0033】そこで、前記PWM信号生成部12Dは、通常、分周数900に対応した分解能の値と同値となる900でPWM制御信号IPのデューティ比100%のデューティオン時間を表現する。しかしながら、従来のように分周数Nを急激に変化させた場合には、デューティ比が100%付近のPWM制御信号IPが出力されているときに以下の不具合を生じる。例えば、図6に示

(6)

特開2002-37098

9

すように、分周数Nが900から885に急激に減少された場合、デューティオン時間は変化していないので、当初デューティ比100%のデューティオン時間を表現する900は、デューティ比100%を超えるデューティオン時間を表現することとなり、制御上の問題がある。反対に、図7に示すように、分周数Nが900から例えば915に急激に増大される場合、当初デューティ比100%のデューティオン時間を表現する900は、デューティ比100%以下となるデューティオン時間を表現することとなり、デューティ比100%とするための制御を行っているにも拘わらずデューティ比が100%にならないという不具合を生じる。そこで、このような事態を回避するため、前記PWM信号生成部12Dは、PWM制御信号IPのデューティオン時間が前記駆動周波数変更部12Gにより変更可能な分周数Nの下限值である885に対応した分解能885で表現される時間を超えるとき、駆動周波数変更部12Gにより徐々に変更される各分周数Nに対応した分解能Nに合せてデューティオン時間を逐次変更し、デューティ比を段階的に100%とする。

【0034】以上のように構成された一実施形態の電動パワーステアリング装置においては、図示しないイグニッションスイッチがオンされると、定電圧回路を介して電動機制御装置12に駆動電圧が供給され、電動機制御装置12には操舵トルクセンサ5、車速センサ11、電流センサ14の各検出信号が入力される。そして、この状態においては、図1に示すステアリングホイール1の操作に伴い、操舵トルクセンサ5がステアリング系に発生する操舵トルクの方角および大きさを検出し、その検出した操舵トルク信号TSを図2に示す電動機制御装置12の目標電流設定部12Aに出力する。また、車速センサ11が車速に応じた車速信号VPを前記目標電流設定部12Aに出力する。

【0035】電動機制御装置12においては、目標電流設定部12Aが、操舵トルクセンサ5からの操舵トルク信号TSおよび車速センサ11からの車速信号VPを入力することにより、ステアリング系の操舵トルクの増大に伴い増大し、かつ、車速の増大に伴い減少する基本特性の操舵補助トルクを電動機10に発生させるための目標電流信号ITを瞬時に検出し、その目標電流信号ITを偏差演算部12Bに出力する。

【0036】偏差演算部12Bは、目標電流設定部12Aからの目標電流信号ITと、電流センサ14からのモータ電流信号IMとの偏差信号ΔIを、前記電動機10のフィードバック制御のループ速度である例えば0.5ms毎に更新してPID制御部12Cに出力する。また、PID制御部12Cは、前記偏差信号ΔIの偏差を迅速にゼロに収束させるためのPID動作信号ICをPWM信号生成部12Dに出力する。さらに、PWM信号生成部12Dは、PID動作信号ICに応じたPWM制

10

御信号IPを電動機10の回路13に出力する。そして、電動機10の回路13が電動機制御装置12からのPWM制御信号IPに応じて電動機10を回転駆動する。

【0037】従って、一実施形態の電動パワーステアリング装置においては、図1に示す電動機10がボールジョイント機構9を介してステアリング系のラック軸6Cに操舵補助トルクを付与するのであり、ステアリングホイール1の操舵トルクが軽減される。その際、電動機10による操舵補助トルクは、ステアリングホイール1の操舵トルクが大きいほど増大し、車速が大きいほど減少する。

【0038】ここで、本発明の電動パワーステアリング装置においては、カーラジオ15が例えば95.4KHzのAM放送を受信受信すると、電動機制御装置12のチャンネル周波数判別部12Eが前記カーラジオ15から送信信号Sを入力し、この送信信号Sに基づいて前記AM放送のチャンネル周波数が95.4KHzであると判別する。そして、このチャンネル周波数判別部12Eは、判別したAM放送のチャンネル周波数95.4KHzをチャンネル周波数信号CHとして変更目標周波数設定部12Fに出力する。

【0039】続いて、変更目標周波数設定部12Fが前記チャンネル周波数信号CHに基づいてPWM制御信号IPの駆動周波数の変更目標値を設定する。この場合、変更目標周波数設定部12Fは、前記PWM制御信号IPの駆動周波数のN次の高周波成分が前記AM放送のチャンネル周波数95.4KHzから少なくとも8KHz以上離れた周波数となるように、前記PWM制御信号IPの駆動周波数の変更目標値をCPUの共振周波数の分周数Nとして設定する。すなわち、変更目標周波数設定部12Fは、前記AM放送のチャンネル周波数が95.4KHzの場合、変更目標値として分周数915を設定し、その変更目標分周数915を駆動周波数変更部12Gに出力する。

【0040】次に、駆動周波数変更部12Gが前記PWM信号生成部12DにおいてPWM制御信号IPの駆動周波数として設定されている分周数900から前記変更目標分周数915に向けて1ずつ増加する分周数NをPWM信号生成部12Dに順次出力する。これに伴い、PWM信号生成部12Dは、分周数900に対応する20.000KHzから分周数915に対応する19.672KHzまでPWM制御信号IPの駆動周波数を変更する。その結果、PWM制御信号IPの駆動周波数のN次の高周波成分は、前記カーラジオ15が受信受信したAM放送のチャンネル周波数95.4KHzから少なくとも8KHz以上離れた周波数となる。従って、カーラジオ15により受信受信されたAM放送にPWM制御信号IPの駆動周波数のN次の高周波成分が混入してノイズが発生する事態が防止される。

【0041】ここで、一実施形態の電動パワーステアリング装置において、前記電動機制御装置12の駆動周波

(7)

特開2002-37088

11

図5の部12Gは、変更目標分周波数NCに向けて1つつ徐々に増加または減少する分周波数Nを前記倍周波数部12Bにおける倍周波数 Δ 1の出力周波数0.5ms、すなわち、前記倍周波数10のフィードバック制御のループ速度0.5msより格段に遅い、例えば10ms毎にPWM信号生成部12Dへ出力する。このため、PWM信号生成部12Dにおいては、分周波数Nが1つつ増加または減少する間にPWM制御信号Pが20回出力されるのであり、そのフィードバック制御により、PWM制御信号Pのデューティ比は、分周波数Nの変化によって急変することなく迅速に制御値に収束する。従って、電動機10による駆動トルクの急変を防止でき、ステアリングホイール1の振動動作に違和感が生じるのを未然に回避することができる。また、デューティ比を再設定するためにPID制御部12CのP値、I値、D値、およびI値の上限値を調整し直すという多大な負担が掛からないので、制御を一旦停止する必要がない。

【0042】また、一実施形態の電動パワーステアリング装置において、前記PWM信号生成部12Dは、PWM制御信号Pのデューティオン時間が前記倍周波数変更部12Gにより変更可能な分周波数Nの下限值である例えば分周波数85に到達した分周波数85で表現される時間を越えるとき、図5の倍周波数変更部12Gにより変更される各分周波数Nに対応した分周波数Nに合せてデューティオン時間を逐次変更する。すなわち、PWM信号生成部12Dは、PWM制御信号Pのデューティ比が100%に近い場合、PWM制御信号Pの駆動周波数を急変する間、そのデューティ比を段階的に100%とする。これによって、デューティ比が100%を越えるような制御上の不具合をなくすることができる。

【0043】また、図5の制御回路13のブリッジ回路13Bを構成するパワーFETをスイッチングする際には、スイッチオンとする場合にいわゆるオン抵抗が生じる。したがって、デューティ100%付近では、段階的にデューティオン時間が設定されてパワーFETのスイッチングが徐々に繰り返されるよりも、デューティ100%としてオン抵抗を低減する方がオン抵抗による発熱が少なくて済む。それに、図5に示すように、デューティ比100%付近では、デューティ比の値に拘わらず図5の10に示される電流は最大値となるので、段階的にデューティ比100%としても何ら不具合を生じない。よって、PWM制御信号Pのデューティ比が100%に近い場合は、PWM制御信号Pの駆動周波数を急変する間、そのデューティ比を段階的に100%とすることによって、図5の制御回路13のブリッジ回路13Bを構成するパワーFETが徐々にスイッチングしてそのオン抵抗が増大するのを防止でき、その発熱を抑えることができる。

【0044】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明の電動パワース

12

ステアリング装置においては、カーラジオがAM放送を受信すると、電動制御装置のチャンネル周波数判別部が前記カーラジオからの入力信号に基づいて前記AM放送のチャンネル周波数を判別する。続いて、変更目標周波数設定部が前記チャンネル周波数判別部により判別されたチャンネル周波数からPWM制御信号の駆動周波数の倍周波成分が得られるように、PWM制御信号の駆動周波数の変更目標値を決定する。そして、図5の倍周波数変更部が前記変更目標周波数決定部により決定された変更目標周波数に向けて、PWM制御信号の駆動周波数を急変させる。その際、図5の倍周波数変更部は、電機機10の目標電流値と検出電流値との差を更新するフィードバック制御のループ速度より遅い周波数で徐々にPWM制御信号の駆動周波数を変更させる。

【0045】すなわち、本発明の電動パワーステアリング装置によれば、カーラジオがAM放送を受信すると、そのAM放送のチャンネル周波数からPWM制御信号の駆動周波数の倍周波成分が得られるようにPWM制御信号の駆動周波数が変更されるため、カーラジオにより受信されたAM放送にPWM制御信号の駆動周波数の倍周波成分が混入してノイズを発生するのを防止することができる。その際、PWM制御信号の駆動周波数が前記倍周波数のフィードバック制御のループ速度より遅い周波数で徐々に変更されるため、PWM制御信号のデューティ比は、その駆動周波数が変更される頻度、急変することなく制御値に収束する。従って、デューティ比の急激な変化に伴う電機機10による駆動トルクの急変を防止でき、ステアリングホイール1の振動動作に違和感が生じるのを未然に回避することができる。また、同時に変更された駆動周波数に対してデューティ比を再設定する必要がないので、前記PID制御信号を生成するためのP値、I値、D値などを同時に調整し直す必要がなく、制御を停止する必要がない。

【0046】本発明の電動パワーステアリング装置において、前記電動制御装置が有するCPUの処理能力の分周波数により前記PWM制御信号の駆動周波数を表現し、前記分周波数に対応した分周波数によりPWM制御信号のデューティ比100%のデューティオン時間を表現した場合、PWM制御信号のデューティオン時間が前記倍周波数変更部により変更可能な分周波数の下限値に対応した分周波数で表現される時間を越えるとき、前記倍周波数変更部により徐々に変更される各分周波数に対応した分周波数に合せてデューティオン時間を逐次変更するように前記電動制御装置が構成されていると、PWM制御信号のデューティ比が100%に近い場合には、PWM制御信号の駆動周波数が急変する間、そのデューティ比は段階的に100%に設定される。従って、制御上の不具合が発生することを防止するとともに、図5の制御回路を構成するブリッジ回路のFETが徐々にスイッチングしてそのオン抵抗が増大するのを防止でき、その発

(8)

特開2002-37098

13

能を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る電動パワーステアリング装置が適用されたステアリング系の構成図である。

【図2】一実施形態に係る電動パワーステアリング装置のブロック構成図である。

【図3】一実施形態に係る電動パワーステアリング装置における電動機駆動装置のPID制御部のブロック構成図である。

【図4】一実施形態に係る電動パワーステアリング装置の電動機駆動回路におけるブリッジ回路の回路図である。

【図5】一実施形態に係る電動パワーステアリング装置の電動機のフィードバック制御におけるデューティ比とモータ電流との関係を示すグラフである。

【図6】一実施形態に係る電動パワーステアリング装置の電動機駆動装置により、PWM制御信号の駆動周波数に対応した分周数が減少される場合のPWM制御信号のデューティ比の変化を示す波形図である。

【図7】一実施形態に係る電動パワーステアリング装置の電動機駆動装置により、PWM制御信号の駆動周波数*

14

*に対応した分周数が増大される場合のPWM制御信号のデューティ比の変化を示す波形図である。

【符号の説明】

1 : ステアリングホイール

5 : 操舵トルクセンサ

10 : 電動機

11 : 車速センサ

12 : 電動機制御装置

12A : 目標電流設定部

12B : 偏差演算部

12C : PID制御部

12D : PWM信号生成部

12E : チャンネル周波数判別部

12F : 変更目標周波数設定部

12G : 駆動周波数変更部

13 : 電動機駆動回路

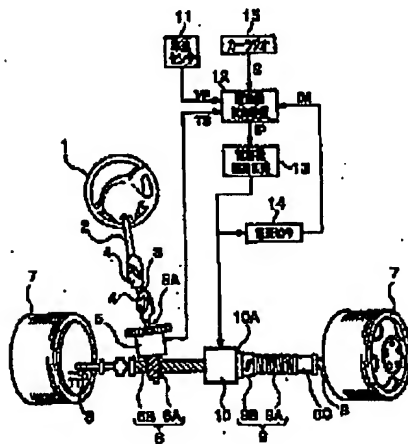
13A : ゲート駆動回路

13B : ブリッジ回路

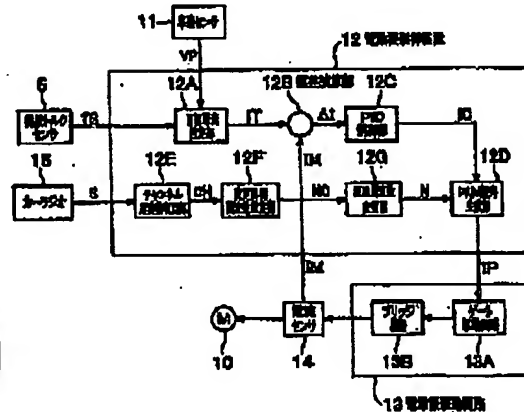
14 : 電流センサ

15 : カラジオ

【図1】



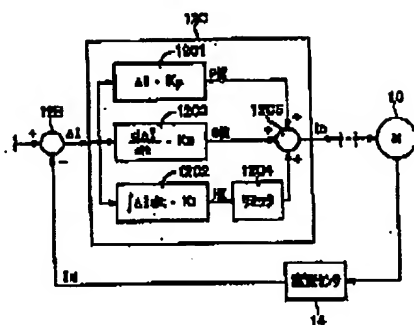
【図2】



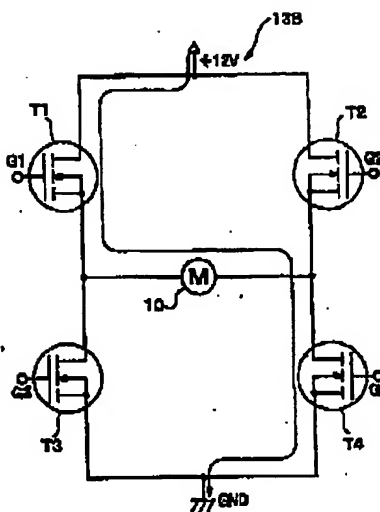
(9)

特開2002-37098

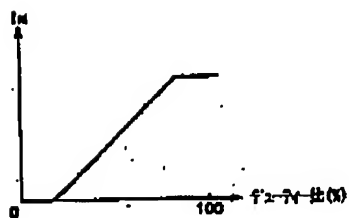
【図3】



【図4】



【図5】



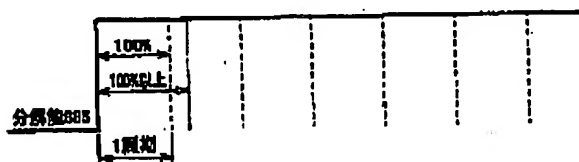
2008 09/28 THU 19:41 FAX 03 3688 8558 Shimoda & Tamiya

020/040

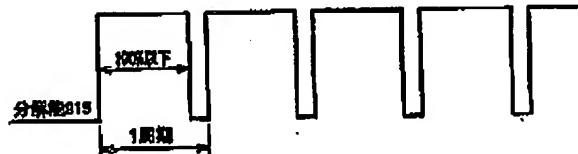
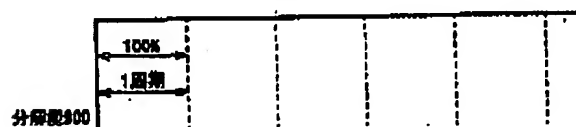
(10)

特開2002-37088

【図6】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.